

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



553764

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
11. November 2004 (11.11.2004)

PCT

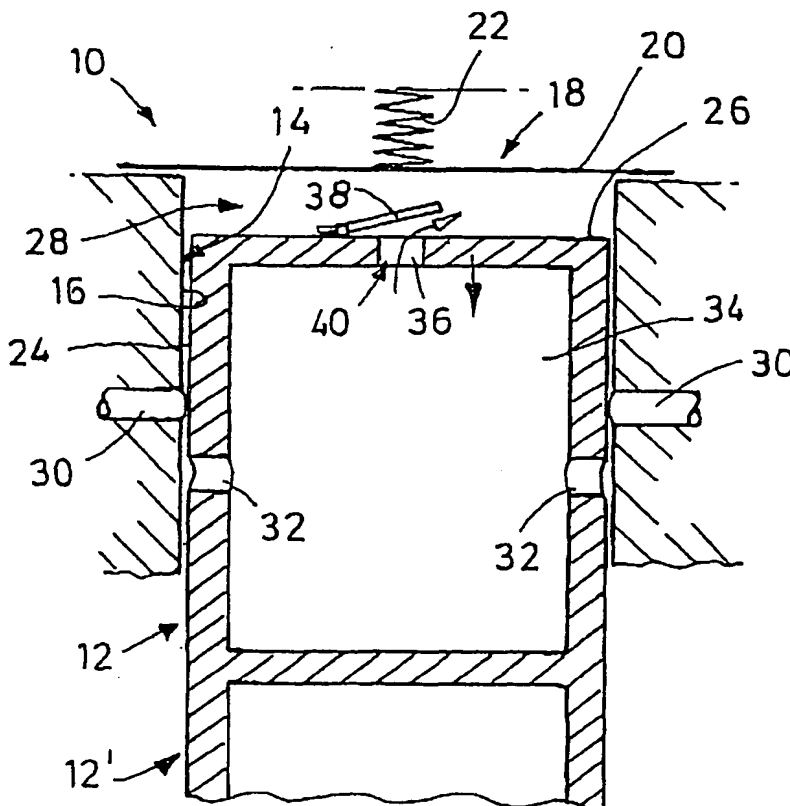
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/097220 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F04B 39/00**, 37/14, 39/12 (30) Angaben zur Priorität:  
103 18 735.9 25. April 2003 (25.04.2003) DE
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/003833 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **LEYBOLD VAKUUM GMBH** [DE/DE]; Bonner  
Strasse 498, 50968 Köln (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
10. April 2004 (10.04.2004) (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BAHNEN, Rudolf**  
[DE/DE]; Roetgenbachstrasse 33, 52159 Roetgen (DE).  
**LANGER, Peter** [DE/DE]; Düsseldorfer Strasse 24,  
45481 Mülheim (DE). **BURGHARD, Hans-Josef**  
[DE/DE]; Neuenhöfer Allee 3B, 50937 Köln (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PISTON VACUUM PUMP

(54) Bezeichnung: KOLBENVAKUUMPUMPE



(57) Abstract: The invention relates to a piston vacuum pump, comprising a cylinder (14) and a piston (12) which forms a compression chamber (28) together with the cylinder (14). The piston (12) reciprocates in the cylinder (14) with a compression stroke and an inlet stroke. A gas inlet (30) is provided in a side wall (16) of the cylinder (14), whereby the gas inlet (30) is sealed by the piston (12) at the beginning of the inlet stroke and open at the end of the inlet stroke. A balance line and a valve are provided, through which gas from the gas inlet flows from the gas inlet (30) into the compression chamber during the beginning of the inlet stroke. The aim of the invention is the provision of a simple arrangement for a balance line with valve. Said aim is achieved whereby the piston largely forms the balance line and the valve. The valve thus acts in the region of the piston crown such that dead volume is minimised.

(57) Zusammenfassung: Eine Kolbenvakuumpumpe weist einen Zylinder (14) und einen Kolben (12) auf, der mit dem Zylinder (14) einen Kompressionsraum (28) bildet. Der Kolben (12) oszilliert in dem Zylinder (14) mit einem Kompressionshub und

einem Saughub. In einer Seitenwand (16) des Zylinders (14) ist ein Gaseinlass (30) vorgesehen, wobei der Gaseinlass (30) zu Beginn

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/097220 A1



ASAROW-SEMKE, Helge [DE/DE]; Lourdesstrasse 7,  
52351 Düren (DE).

(74) Anwälte: SELTING, Günther usw.; Deichmannhaus am  
Dom, Bahnhofsvorplatz 1, 50667 Köln (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,  
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,  
ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,  
TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,  
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,  
RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-  
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-  
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der  
PCT-Gazette verwiesen.

des Saughubes von dem Kolben (12) verschlossen und am Ende des Saughubes offen ist. Ferner ist eine Ausgleichsleitung und ein Ventil vorgesehen, durch die während des Beginns des Saughubes Gas von dem Gaseinlass (30) in den Kompressionsraum (28) fließt. Aufgabe war es, eine einfache Anordnung einer Ausgleichsleitung mit Ventil vorzusehen. Gemäß der Erfindung bildet im Wesentlichen der Kolben die Ausgleichsleitung und das Ventil. Hierdurch kann das Ventil im Bereich der Kolben-Stirnwand wirken, so dass der Totraum minimiert wird.

### Kolbenvakuumpumpe

Die Erfindung bezieht sich auf eine Kolbenvakuumpumpe mit einem Gaseinlass in einer Zylinder-Seitenwand.

Bei Kolbenvakuumpumpen und insbesondere bei kleinen Kolbenvakuumpumpen mit Pumpleistungen von weniger als 4 m<sup>3</sup>/h spielt die Konstruktion des Gaseinlasses und die damit verbundenen Totvolumina eine große Rolle für die Baugröße bzw. den Wirkungsgrad der Pumpe. Da insbesondere bei kleinen Kolbenvakuumpumpen der Gaseinlass mangels Bauraum nicht im Bereich des Zylinderbodens angeordnet werden kann, wird der Gaseinlass in einer Seitenwand angeordnet. Eine derartige

- 2 -

Kolbenvakuumpumpe wird in DE 196 34 517 beschrieben. Zum Druckausgleich zu Beginn des Saughubes ist eine Ausgleichsleitung zwischen dem Auspuff und dem Kompressionsraum vorgesehen, wobei die Mündung der Ausgleichsbohrung in dem Kompressionsraum nahe dem Zylinderboden angeordnet ist. Im Verlauf der Ausgleichsleitung ist ein Rückschlagventil angeordnet, das Bauraum benötigt. Das Rückschlagventil ist nicht in der Zylinderwandebene angeordnet, so dass ein den Wirkungsgrad verschlechterndes Totvolumen in der Ausgleichsleitung gebildet wird.

Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, eine verbesserte Kolbenvakuumpumpe mit einem Gaseinlass in der Zylinder-Seitenwand zu schaffen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Gemäß der Erfindung bildet im Wesentlichen der Kolben die Ausgleichsleitung und das Ventil. Dies ist so zu verstehen, dass der Kolben die Ausgleichsleitung und das Ventil jedenfalls teilweise, nicht jedoch notwendigerweise alleine bildet. Da die Ausgleichsleitung durch den Kolben gebildet wird, wird für die Ausgleichsleitung kein Raum im Bereich des Zylinderbodens oder der Zylinderseite benötigt. Hierdurch wird ein kompakter Aufbau des Zylinders ermöglicht. Auch das Ventil wird im Wesentlichen von dem Kolben gebildet, so dass sich die Ventilwirkung an der Kolbenstirnwand oder in der unmittelbaren Nähe der Kolbenstirnwand ergibt. Hierdurch wird ein Totvolumen außerhalb des Zylinderraumes vermieden, so dass der Wirkungsgrad der Pumpe nicht verschlechtert wird. Die

- 3 -

Ausgleichsleitung und das Ventil können durch den Kolben auf verschiedene Weise gebildet werden. Das Ventil kann als mechanisches Rückschlagventil, jedoch auch als Gasdrossel ausgebildet sein. Die Ausgleichsleitung kann von dem Kolben alleine, aber auch von Kolben und Zylinder gemeinsam gebildet sein.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Ausgleichsleitung in dem Kolben zwischen einer Kolben-Stirnwandöffnung und einer Kolben-Bodenwandöffnung gebildet, wobei die Kolben-Seitenwandöffnung und der Gaseinlass zu Beginn des Saughubes miteinander verbunden sind. Zu Beginn des Saughubes besteht dadurch eine Verbindung von dem Gaseinlass zu dem Kompressionsraum, obwohl der Kolben noch auf Höhe des Gaseinlasses steht und einen direkten Austritt von Gas aus dem Gaseinlass in den Kompressionsraum nicht gestattet.

Vorzugsweise ist das Ventil ein Rückschlagventil, das in Richtung Gaseinlass sperrt und in Richtung Kompressionsraum öffnet. Hierdurch wird während des Kompressionshubes ein Rückfluss komprimierten Gases über die Ausgleichsleitung blockiert. Das Rückschlagventil kann in der Ebene der Kolbenstirnwand angeordnet sein, so dass das Totvolumen praktisch gleich Null ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist dem Gaseinlass eine Ringnut in der Zylinder-Seitenwand und/oder in der Kolben-Seitenwand zugeordnet. Hierdurch wird eine Vergrößerung des Gaseinlasses bewirkt bzw. bei ungeführten Kolben ein Gasübertritt zwischen Zylinder und Kolben in jeder Drehposition des Kolbens ermöglicht. Die Ringnut kann auch gegenüber dem Gaseinlass in

- 4 -

axialer Erstreckung verbreitert sein, um den Gaseintritt während des Saughubes zu verlängern.

Vorzugsweise sind die Ausgleichsleitung und das Ventil von einem Spalt zwischen der Kolben-Seitenwand und der Zylinder-Seitenwand gebildet, wobei die Spaltbreite zwischen 10 bis 100  $\mu\text{m}$  liegt. Die Ausgleichsleitung und das Ventil werden also durch die Kolben-Seitenwand und die Zylinder-Seitenwand begrenzt. Die Spaltbreite wird so gewählt, dass während des Saughubes ein ausreichender Gasfluss zwischen dem Gaseinlass und dem Kompressionsraum erfolgt, der Gasfluss vom Kompressionsraum zum Gaseinlass während des Kompressionshubes jedoch so niedrig ist, dass er den Wirkungsgrad der Pumpe nicht wesentlich verschlechtert. Der Spalt zwischen der Kolben-Seitenwand und der Zylinder-Seitenwand ist gleichzeitig Ausgleichsleitung und Ventil. Bei Spaltbreiten von 10 bis 100  $\mu\text{m}$  ist dies gewährleistet, wobei die Spaltbreite bei Differenzdrücken von mehr als 100 mbar unter 50  $\mu\text{m}$  liegen muss.

Vorzugsweise ist im Verlauf der Ausgleichsleitung in dem Kolben ein Speicherraum vorgesehen. Der Speicherraum wird bei einer Kolbenposition um den Totpunkt zwischen Saughub und Kompressionshub gefüllt, so dass unmittelbar bei Beginn des Saughubes durch die Kolben-Stirnwand ein Druckausgleich zwischen dem Speicherraum und dem Kompressionsraum erfolgen kann, während gleichzeitig der Gaseinlass geschlossen ist.

Vorzugsweise werden die Ausgleichsleitung und das Ventil von einer im Wesentlichen axialen Nut in der Kolben-Seitenwand oder in der Zylinder-Seitenwand gebildet. Die Nut kann axial verlaufen, kann jedoch auch schräg in Form einer

Schraubenlinie in der Kolben-Seitenwand oder der Zylinder-Seitenwand ausgebildet sein. Auch auf diese Weise wird eine Ausgleichsleitung gebildet, die ohne mechanische Elemente auskommt und einfach herzustellen ist. Die Ventilwirkung ergibt sich aus einer entsprechenden Wahl des Querschnittes der Nut, der so gewählt wird, dass ein ausreichender Druckausgleich während des Saughubes gewährleistet ist, jedoch keine zu großen Rückstromverluste während des Kompressionshubes auftreten.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist das Ventil als Drossel ausgebildet. Das Ventil wird also ohne bewegliche Teile realisiert, wodurch eine hohe Zuverlässigkeit erreicht und geringe Herstellungskosten realisiert werden.

Im Folgenden werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Kolbenvakuumpumpe mit im Kolben angeordneter Ausgleichsleitung und Ventil und im Totpunkt des Kolbens zwischen Kompressionshub und Saughub,
- Fig. 2 die Kolbenvakuumpumpe der Figur 1 während des Saughubes,
- Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel der Kolbenvakuumpumpe mit einer umlaufenden Gaseinlass-Nut,

- 6 -

- Fig. 4 ein drittes Ausführungsbeispiel der Kolbenvakuumpumpe mit einer umlaufenden Gaseinlass-Nut in der Kolben-Seitenwand,
- Fig. 5 ein viertes Ausführungsbeispiel der Kolbenvakuumpumpe mit einem die Ausgleichsleitung und das Ventil bildenden Spalt zwischen der Kolben-Seitenwand und der Zylinder-Seitenwand, und
- Fig. 6 ein fünftes Ausführungsbeispiel einer Kolbenvakuumpumpe, bei der die Ausgleichsleitung und das Ventil von einer axialen Nut in der Kolben-Seitenwand gebildet wird.

In den Figuren 1-6 ist jeweils eine Kolben-Zylinderanordnung 10, 50, 60, 70, 80 einer Kolbenvakuumpumpe dargestellt, wobei hier im Wesentlichen nur der Bereich des Kolbens und des Zylinders gezeigt ist, nicht jedoch der Kolbenantrieb.

Die dargestellten Kolbenvakuum Pumpen können einstufig ausgebildet sein, d.h. mit einem einzigen Kolben und einem einzigen Zylinder, jedoch kann die Kolbenvakuumpumpe auch mit zwei von einem Kolbenkörper gebildeten Kolben gebildet sein, die zwei Kompressionsräume bilden. Die Kompressionsräume können in Reihe hintereinander zu einer zweistufigen Kolbenvakuumpumpe geschaltet sein, können jedoch auch parallel zueinander geschaltet sein. Es handelt sich um Kolbenvakuum Pumpen mit kleinem Pumpvolumen, d.h. mit einem Pumpvolumen von weniger als 4,0 m<sup>3</sup>/h und einem Kolben- bzw. Zylinderdurchmesser von weniger als 50 mm.



- 7 -

Die Kolben-Zylinderanordnung 10 der Figuren 1 und 2 wird im Wesentlichen gebildet von einem im Querschnitt kreisförmigen Kolben 12, der in einem kreisförmigen Zylinder 14 in axialer Richtung beweglich angeordnet ist. Die Kolbenzylinderanordnung 10 ist zu einer Querebene symmetrisch aufgebaut, so dass ein einziger Kolbenkörper zwei Kolben 12,12' bildet. Beide Kolben 12,12' sowie die beiden zugeordneten Zylinder 14 sind spiegelbildlich zur Mittelquerebene ausgebildet.

Der Zylinder 14 wird im Wesentlichen gebildet von einer Zylinder-Seitenwand 16 und einem Zylinder-Auslassventil 18, das den Zylinderboden bildet. Das Zylinder-Auslassventil 18 wird von einem ebenen Ventilteller 20 und einer Druckfeder 22 gebildet, die den Ventilteller 20 in seine Schließposition vorspannt.

Der Kolben 12 ist ein Hohlkörper und weist eine zylindrische Kolben-Seitenwand 24 und eine ebene Kolben-Stirnwand 26 auf. Der Kolben 12 oszilliert in dem Zylinder 14 zwischen zwei Totpunkten zwischen einem Saughub und einem Kompressionshub bzw. einem Kompressionshub und einem Saughub. Der Totpunkt zwischen einem Kompressionshub und einem Saughub ist in Figur 1 dargestellt.

In der Zylinder-Seitenwand 24 sind zwei Gaseinlässe 30 vorgesehen, die in einem bestimmten Maß axial entfernt vom Zylinderboden, d.h. vom Ventilteller 20 angeordnet sind. Die beiden einander gegenüberliegenden Gaseinlässe 30 sind so weit entfernt von dem Zylinderboden angeordnet, dass sie von dem Kolben während des Saughubes und Kompressionshubes verschlossen werden, wie in Figur 2 dargestellt, solange der Kolben seinen Totpunkt zwischen Saughub und Kompressionshub

- 8 -

nicht erreicht hat. Erst in diesem Totpunkt hat der Kolben 12 mit seiner Kolben-Stirnwand 26 die Gaseinlässe 30 vollständig passiert, so dass das Gas aus den Gaseinlässen 30 direkt in den von dem Kolben 12 und dem Zylinder 14 gebildeten Kompressionsraum 28 einfließen kann. Sobald der Kolben 12 den Kompressionshub beginnt, verschließt er mit seiner Kolben-Seitenwand 24 die Gaseinlässe 30 wieder.

Der Kolben 12 weist in seiner Seitenwand 24 zwei Kolben-Seitenwandöffnungen 32 auf, die in einen Kolbenhohlraum münden, der einen Speicherraum 34 bildet. In der axialen Mitte der Kolben-Stirnwand 26 ist eine Stirnwandöffnung 36 vorgesehen, die zusammen mit einer außenseitig auf der Stirnwand 26 befestigten Federzunge 38 ein Rückschlagventil 40 bildet. Das Rückschlagventil 40 öffnet, sobald der Gasdruck in dem Kolbenspeicherraum 34 über dem Gasdruck in dem Kompressionsraum 28 liegt. Dies ist während des in Figur 2 dargestellten Saughubes des Kolbens 12 der Fall, so dass während des Saughubes ein Druckausgleich zwischen dem Speicherraum 34 und dem Kompressionsraum 28 stattfindet. Während des Kompressionshubes des Kolbens 12 bleibt das Rückschlagventil 40 geschlossen.

Die Funktionsweise der Kolben-Zylinderanordnung 10 ist wie folgt:

Während des Kompressionshubes des Kolbens 12 ist das Rückschlagventil 40 geschlossen und wird das Gas in dem Kompressionsraum 28 komprimiert. Sobald der Gasdruck in dem Kompressionsraum 28 den Auspuffdruck erreicht, öffnet sich das Zylinder-Auslassventil 18 und strömt aus dem Kompressionsraum 28

- 9 -

aus. Am Ende des Kompressionshubes des Kolbens 12 erreicht der Kolben den in Figur 1 dargestellten Totpunkt. In dieser Kolbenposition fluchten die beiden Gaseinlässe 30 mit den Kolben-Seitenwandöffnungen 32, so dass ein Druckausgleich stattfindet und Gas in den Speicherraum 34 einfließt. Daraufhin beginnt der Saughub, der in Figur 2 dargestellt ist. Die Gaseinlässe 30 und die Seitenwandöffnungen 32 fluchten nicht mehr miteinander, so dass kein Gas mehr in den Speicherraum 34 nachfließen kann. Sobald der Gasdruck in dem Kompressionsraum 28 nennenswert unter den Gasdruck im Speicherraum 34 fällt, öffnet sich das Rückschlagventil 40, so dass Gas aus dem Speicherraum 34 in den Kompressionsraum 28 strömt. Hierdurch wird ein starker Unterdruck in dem Kompressionsraum 28 während des Saughubes vermieden, so dass die hierfür erforderliche Antriebsleistung relativ klein ist. Am Ende des Saughubes und bei Erreichen des ihn beendenden Totpunktes verschließt der Kolben 12 nicht mehr den Gaseinlass 30, so dass Gas aus dem Gaseinlass 30 direkt in den Kompressionsraum 28 fließt. Zu Beginn des Kompressionshubes zum Ende des Saughubes verschließt der Kolben 12 die Gaseinlässe 30 in Bezug auf den Kompressionsraum 28 wieder. Während des anschließenden Kompressionshubes ist das Rückschlagventil 40 wieder verschlossen.

In der in Figur 3 dargestellten Ausführungsform ist ein einziger Gaseinlass 30 vorgesehen, der in eine Ringnut 52 mündet. Die Ringnut 52 ist umlaufend und in die Zylinder-Seitenwand 16 eingelassen. In Figur 4 ist eine ähnliche Kolben-Zylinderanordnung 60 dargestellt, bei der im Unterschied zu der Ausführungsform der Figur 3 eine Ringnut 62 in die Zylinder-Seitenwand 24 eingelassen ist. Die Ringnute 52,62

- 10 -

erstrecken sich axial über ein mehrfaches der Weite des Gaseinlasses 30. Hierdurch besteht noch während des in den Figuren 3 und 4 dargestellten Saughubes des Kolbens 12 eine Verbindung zwischen dem Gaseinlass 30 und dem Kolben-Speicherraum 34.

Die Kolben-Seitenwandöffnungen 32 und der Kolben-Speicherraum der Kolben-Zylinderanordnungen der Figuren 1-4 bilden eine Ausgleichsleitung zum Ausgleich des (Unter-)Druckes in dem Kompressionsraum 28 während des Saughubes des Kolbens 12.

Bei den in den Figuren 5 und 6 dargestellten Kolben-Zylinderanordnungen 70,80 ist die Ausgleichsleitung anders ausgebildet als bei den Kolben-Zylinderanordnungen 10,50,60 der Figuren 1-4.

Bei der Kolben-Zylinderanordnung 70 der Figur 5 ist die Ausgleichsleitung als Spalt 72 zwischen der Seitenwand 73 des Kolbens 74 und der Seitenwand 75 des Zylinders ausgebildet. Der Spalt 72 hat eine Spaltbreite von ungefähr 50  $\mu\text{m}$ . Die Spaltbreite kann jedoch auch größer oder niedriger ausfallen und hängt davon ab, wie groß die Druckunterschiede zwischen dem Gaseinlass 30 und dem Kompressionsraum 28 sind. Der Spalt 72 bildet aufgrund seiner Drosselwirkung auch ein Ventil, so dass der Spalt 72 sowohl die Ausgleichsleitung als auch das Ventil bildet. Die Spaltbreite wird so gering gewählt, dass die Rückstromverluste während des Kompressionshubes des Kolbens 74 möglichst gering ausfallen. Die Spaltbreite wird jedoch so groß gewählt, dass während des Saughubes ein gewisser Druckausgleich zwischen dem Gaseinlass 30 und dem Kompressionsraum 28 stattfindet.

- 11 -

In dem in Figur 6 dargestellten Ausführungsbeispiel einer Kolben-Zylinderanordnung 80 sind die Ausgleichsleitung und das Ventil als axiale Nut 82 in der Kolben-Seitenwand 84 ausgebildet. Alternativ können die Ausgleichsleitung und das Ventil auch als axiale Nut in der Zylinder-Seitenwand ausgebildet sein.

Der Querschnitt der axialen Nut 82 ist so gewählt, dass während des Saughubes des Kolbens 86 ein ausreichender Druckausgleich zwischen dem Gaseinlass 30 und dem Kompressionsraum 28 stattfindet, jedoch während des Kompressionshubes des Kolbens 86 die Rückstromverluste zwischen Kompressionsraum 28 über die Nut 82 in den Gaseinlass 30 gering ausfallen.

PATENTANSPRÜCHE

## 1. Kolbenvakuumpumpe mit

einem Zylinder (14) und einem Kolben (12), der mit dem Zylinder (14) einen Kompressionsraum (28) bildet und in dem Zylinder (14) mit einem Kompressionshub und einem Saughub oszilliert,

einem Gaseinlass (30) in einer Seitenwand (16) des Zylinders (14), wobei der Gaseinlass (30) zu Beginn des Saughubes von dem Kolben (12) verschlossen und am Ende des Saughubes offen ist, und

einer Ausgleichsleitung mit einem Ventil, wobei während des Beginns des Saughubes Gas von dem Gaseinlass (30) durch die Ausgleichsleitung und das Ventil in den Kompressionsraum (28) fließt,

d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t   ,

dass der Kolben (12) die Ausgleichsleitung und das Ventil bildet.

2. Kolbenvakuumpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgleichsleitung in dem Kolben (12) zwischen einer Kolben-Seitenwandöffnung (32) und einer Kolben-Stirnwandöffnung (36) gebildet ist, wobei die Kolben-Stirnwandöffnung (36) und der Gaseinlass (30) zu Beginn des Saughubes miteinander verbunden sind.

- 13 -

3. Kolbenvakuumpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil ein Rückschlagventil (40) ist, das in Richtung Gaseinlass (30) sperrt und in Richtung Kompressionsraum (28) öffnet.
4. Kolbenvakuumpumpe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Rückschlagventil (40) an der Kolben-Stirnwand (26) angeordnet ist.
5. Kolbenvakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, dass dem Gaseinlass (30) eine Ringnut (52,62) in der Zylinder-Seitenwand (16) und/oder in der Kolben-Seitenwand (24) zugeordnet ist.
6. Kolbenvakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, dass im Verlauf der Ausgleichsleitung in dem Kolben (12) ein Speicherraum (34) vorgesehen ist.
7. Kolbenvakuumpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgleichsleitung und das Ventil von einem Spalt (72) zwischen der Kolben-Seitenwand (73) und der Zylinder-Seitenwand (75) gebildet werden, wobei die Spaltbreite zwischen 10 und 100  $\mu\text{m}$  liegt.
8. Kolbenvakuumpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgleichsleitung und das Ventil von einer im Wesentlichen axialen Nut (82) in der Kolben-Seitenwand (84) oder in der Zylinder-Seitenwand gebildet werden.

- 14 -

9. Kolbenvakuumpumpe nach einem der Ansprüche 1-8, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil als Drossel ausgebildet ist.



1/3

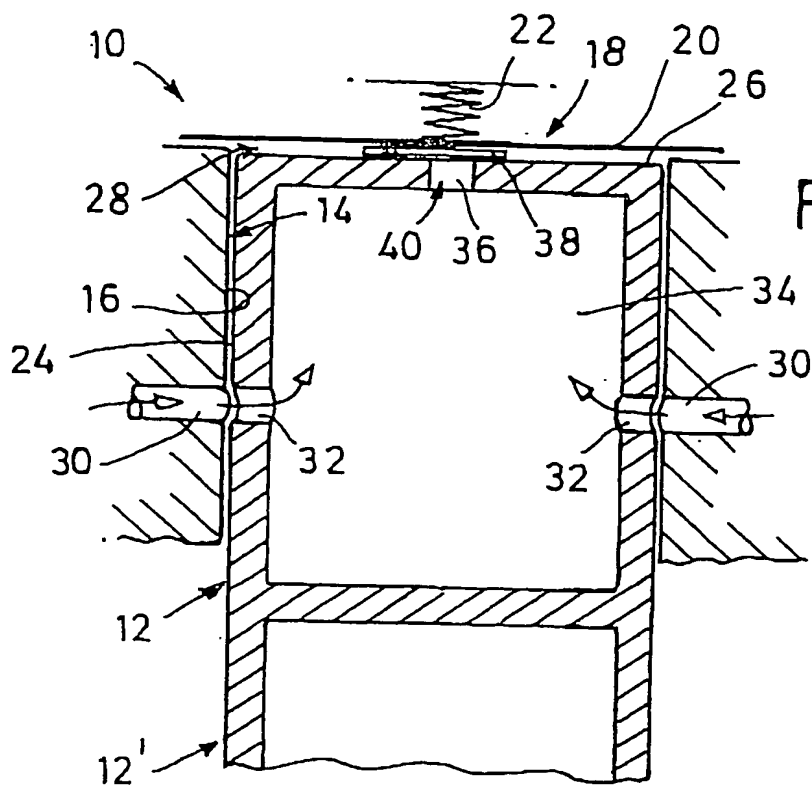


Fig.1

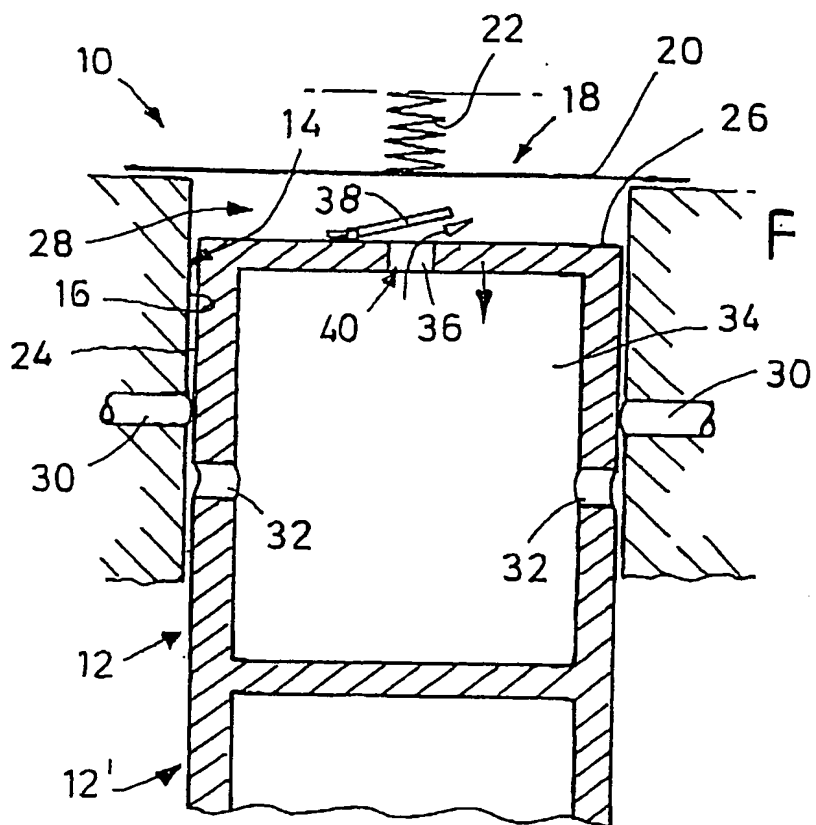


Fig.2

2 / 3

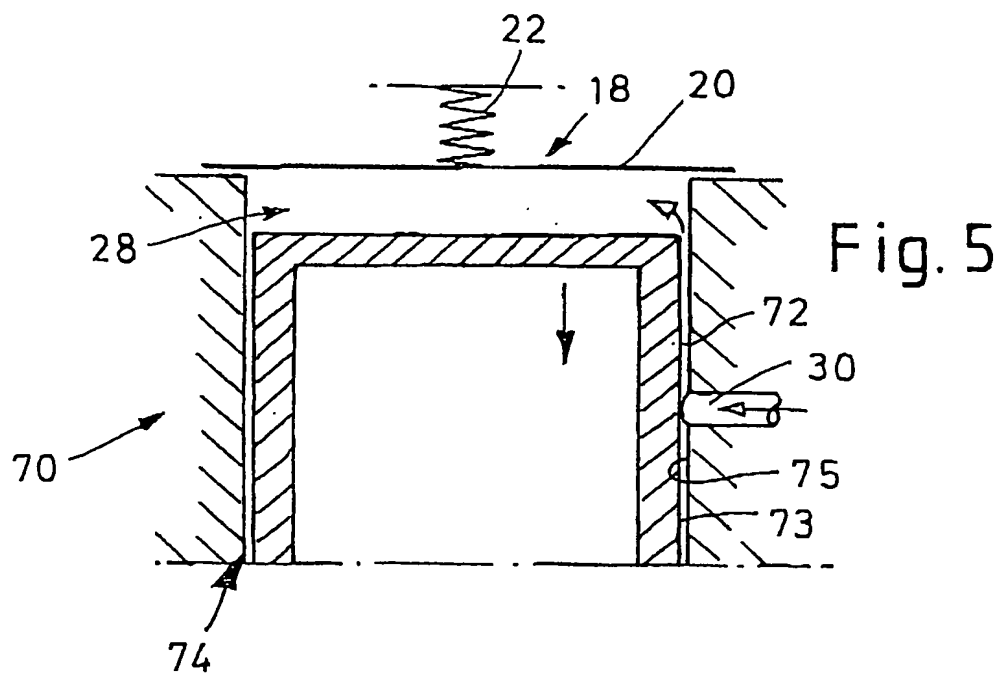
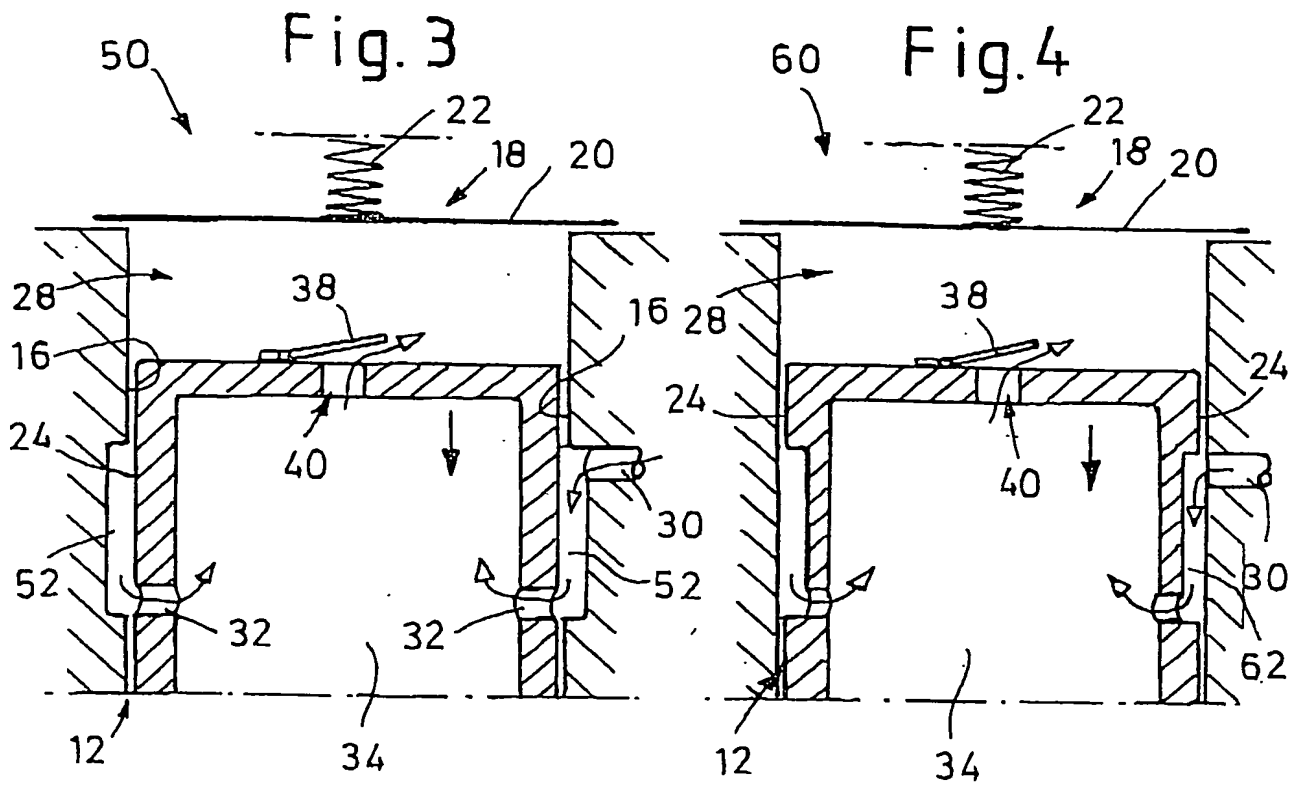
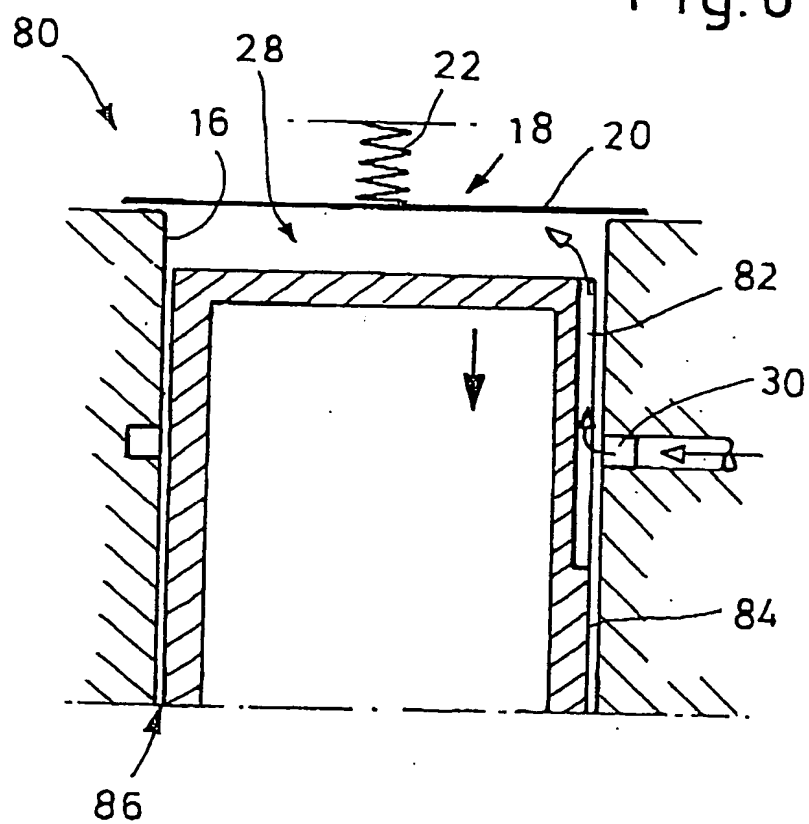


Fig.6



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/003833

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F04B39/00 F04B37/14 F04B39/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 196 34 518 A (LEYBOLD VAKUUM GMBH) 5 March 1998 (1998-03-05) the whole document	1-9
A	DE 196 34 517 A (LEYBOLD VAKUUM GMBH) 5 March 1998 (1998-03-05) cited in the application the whole document column 4, line 19-37; figure 10	1-9
A	GB 2 040 361 A (PIERBURG GMBH & CO KG) 28 August 1980 (1980-08-28) the whole document	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the International filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

14 July 2004

Date of mailing of the International search report

20/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Olona Laglera, C

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/003833

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19634518	A	05-03-1998	DE 19634518 A1	05-03-1998
DE 19634517	A	05-03-1998	DE 19634517 A1	05-03-1998
			DE 59711474 D1	06-05-2004
			WO 9809080 A1	05-03-1998
			EP 0922166 A1	16-06-1999
GB 2040361	A	28-08-1980	DE 2855608 A1	26-06-1980
			ES 247408 Y	01-10-1980
			FR 2445903 A1	01-08-1980
			IT 1162462 B	01-04-1987
			JP 55123384 A	22-09-1980
			SE 7910423 A	23-06-1980

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PC1/EP2004/003833

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F04B39/00 F04B37/14 F04B39/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 196 34 518 A (LEYBOLD VAKUUM GMBH) 5. März 1998 (1998-03-05) das ganze Dokument	1-9
A	DE 196 34 517 A (LEYBOLD VAKUUM GMBH) 5. März 1998 (1998-03-05) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument Spalte 4, Zeile 19-37; Abbildung 10	1-9
A	GB 2 040 361 A (PIERBURG GMBH & CO KG) 28. August 1980 (1980-08-28) das ganze Dokument	1-9

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. Juli 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

20/07/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Olona Laglera, C

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/003833

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19634518	A	05-03-1998	DE	19634518 A1		05-03-1998
DE 19634517	A	05-03-1998	DE	19634517 A1		05-03-1998
			DE	59711474 D1		06-05-2004
			WO	9809080 A1		05-03-1998
			EP	0922166 A1		16-06-1999
GB 2040361	A	28-08-1980	DE	2855608 A1		26-06-1980
			ES	247408 Y		01-10-1980
			FR	2445903 A1		01-08-1980
			IT	1162462 B		01-04-1987
			JP	55123384 A		22-09-1980
			SE	7910423 A		23-06-1980